

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-295782

(43)Date of publication of application : 21.10.1994

(51)Int.Cl.

H05B 6/06

(21)Application number : 05-082954

(71)Applicant : DENKI KOGYO CO LTD  
FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 09.04.1993

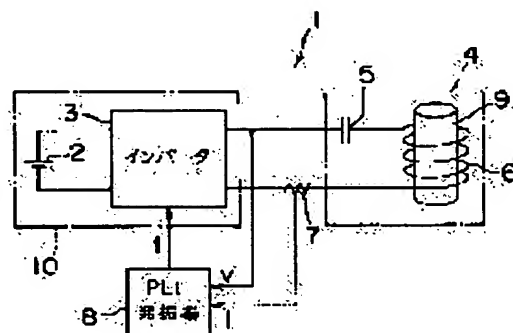
(72)Inventor : MATSUMOTO ISAO  
TOMISATO TETSUO  
KIMURA FUMITOSHI  
MATSUI FUJIO

## (54) HEATING TEMPERATURE CONTROL METHOD FOR HIGH-FREQUENCY INDUCTION HEATING AND HIGH-FREQUENCY INDUCTION HEATING TEMPERATURE CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To eliminate a thermocouple sensor and a timer, and cause induction heating to accurately and quickly take place by keeping an oscillation circuit having a high-frequency induction heating coil in an oscillating condition, and then restraining heating temperature for a heated body on the basis of an oscillation frequency changing with the temperature rise of the body under the oscillating condition of the circuit.

**CONSTITUTION:** High-frequency current is caused to flow to a high-frequency induction heating coil 6 and a catalytic converter 9 is thereby induction heated, when a high-frequency power supply 10 composed of a DC power supply 2 and an inverter 3 is used to actuate an oscillation circuit 4 in a heating temperature control device 1. In this case, the output voltage of the power supply section 10 is supplied to a PLL oscillation circuit 8 and current flowing to the coil 6 is also fed to a circuit 8 via a current circuit 7. Also, a control signal corresponding to the voltage and current is generated in the circuit 8, and supplied to the inverter 3, thereby keeping the circuit 4 in an oscillating condition at all times. Namely, a change in specific magnetic permeability rising with the temperature rise of the converter 9 is followed, and the circuit 4 is always kept in an oscillating condition on the operation of the circuit 8. The supply of power from a current section 19 is interrupted, when the oscillation becomes equal to the predetermined frequency.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.06.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3398172

[Date of registration] 14.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-14203

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.07.2002

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-295782

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 5 B 6/06

識別記号

3 9 3

庁内整理番号

8915-3K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-82954

(22)出願日 平成5年(1993)4月9日

(71)出願人 000217653

電気興業株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目3番1号

(71)出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72)発明者 松本 勲

神奈川県秦野市南矢名2044 秦野マンションA-312

(72)発明者 富里 哲夫

神奈川県座間市入谷1-118-1 座間入谷ハイッ7-507

(74)代理人 弁理士 奥山 尚男 (外4名)

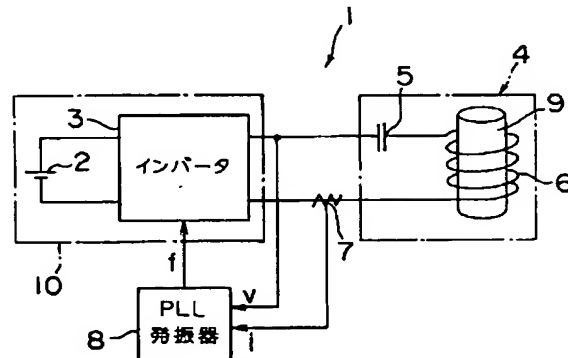
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高周波誘導加熱における加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置

(57)【要約】

【目的】 被加熱体の加熱を高周波誘導加熱方式で行うに当たり、被加熱体の温度検出を接触式の熱電対温度センサ等を用いることなく、非接触方式にて正確に被加熱体の温度検出を行うことができ、耐久性の点でも優れた高周波誘導加熱における加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置を提供する。

【構成】 高周波誘導加熱コイル6を有する共振回路4を共振状態にし、この共振状態の下で被加熱体(例えば、触媒コンバータ9)の温度上昇に伴って変化する共振周波数 $f$ 。に基づいて前記被加熱体の加熱温度 $T$ を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波誘導加熱コイルを有する共振回路を共振状態にし、この共振状態の下で被加熱体の温度上昇に伴って変化する共振周波数に基づいて前記被加熱体の加熱温度を制御するようにしたことを特徴とする高周波誘導加熱における加熱温度制御方法。

【請求項2】 前記被加熱体が自動車の排気ガス浄化用の触媒コンバータであることを特徴とする請求項1に記載の高周波誘導加熱における加熱温度制御方法。

【請求項3】 (a) 高周波電源部と、(b) 被加熱体を高周波誘導加熱する高周波誘導加熱コイル及びコンデンサの直列回路から成り、前記高周波電源部から高周波電源が供給される共振回路と、(c) 前記高周波電源部から出力される高周波電圧の位相と前記高周波誘導加熱コイルに流れる高周波電流の位相とをほぼ一致させて前記共振回路を常に共振状態とするように前記高周波電源部の電源周波数を制御する位相制御回路と、(d) 前記高周波電源部の電源周波数が所定の周波数になったことを検知して所定のフラグ信号を発生するフラグ信号発生回路と、をそれぞれ具備し、前記被加熱体の温度上昇に伴って前記高周波誘導加熱コイルのインピーダンスが変化するのに応じて、前記制御回路により前記共振回路を常に共振状態にしつつ前記被加熱体の高周波誘導加熱を継続し、前記共振回路の共振周波数が予め定められた周波数になった時にフラグ信号発生回路から出力されるフラグ信号に基づいて、前記高周波電源部から前記共振回路への電源の供給を遮断するように構成したことを特徴とする高周波誘導加熱温度制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波誘導加熱における加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置に関し、特に、高周波誘導加熱コイルを用いて被加熱体を高周波誘導加熱する際に被加熱体の加熱温度を正確に制御するのに適用して好適な制御方法及び制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車の排気管の途中に配設される排気ガス浄化用の触媒コンバータは、自動車の走行時等には排気ガスにて高温に加熱された状態となっているため浄化作用が有効に行われるが、エンジンの始動時等には触媒コンバータが常温であるため浄化機能が有効に行われない。そこで、エンジンの始動時等における排気ガスの浄化作用を充分に行わせるためには、エンジンの始動時等に触媒コンバータを強制的に加熱する必要がある。

【0003】 そのため、従来では、触媒コンバータの加熱方法として、触媒コンバータに直流電流を直接流してジュール加熱を行う方法を用いている。図12は、この従来の加熱方法を施行するための従来より用いられている高周波誘導加熱温度制御装置50を示すも

のであって、本装置50は触媒コンバータ(被加熱体)51を予め設定された温度に加熱するためのものである。

【0004】 この従来の高周波誘導加熱温度制御装置50にあっては、被加熱体である触媒コンバータ51に直流電源52から電力が供給されてジュール加熱されるように構成され、触媒コンバータ51に取付けられた熱電対温度センサ53にて触媒コンバータ51の加熱温度が検知されるようになっている。そして、熱電対温度センサ53からは検知温度に比例する電圧信号が出力されて比較器54に入力され、この入力電圧と所定の基準電圧とが互いに比較される。

【0005】 熱電対温度センサ53にて検知された検知温度が予め定められた基準温度を超えた時に、前記比較器54から所定の制御信号が出力され、この制御信号により電源投入スイッチ55がオン状態からオフ状態に切換えられて触媒コンバータ51への電源供給が遮断され、これに応じて触媒コンバータ51の加熱が停止されるようになっている。

【0006】 かくして、このような回路動作により、触媒コンバータ51が所定の設定温度に加熱し、その設定温度以上にならないように制御しているのが実状である。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の如き従来の高周波誘導加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置50にあっては、触媒コンバータ51を直接通電方式により加熱するようにしているためその加熱を比較的に短時間でい行得るようになるには大容量の直流電源並びに極めて太いリード線を必要とし、自動車用としては不向きである。

【0008】 また、触媒コンバータ51の加熱温度の検出手段として熱電対温度センサ53を用い、この熱電対温度センサ53を触媒コンバータ51に接触させて温度検出を行うようにしているため、次のような不具合がある。すなわち、自動車の走行時(エンジンの継続作動時)には、高温の排気ガスにより触媒コンバータ51が高温に加熱されるのに応じて熱電対温度センサ53も高温に加熱されてしまうため、熱電対温度センサ53が早期に劣化され易い。従って、熱電対温度センサ53の耐久性に問題があり、正確な温度検出を行えなくなるおそれがある。さらに、熱電対温度センサ53には触媒コンバータ51を介して機械的振動が伝わり易く、大きな機械的振動により熱電対温度センサ53が触媒コンバータ51から外れてしまい、温度検知手段としての機能を果たし得ないような事態を来すおそれもある。

【0009】 なお、熱電対温度センサ53を使用せずにタイマーにて加熱時間を所定時間に設定して高周波誘導加熱することも考えられるが、この場合には、被加熱体の寸法や材質のバラツキ、材質の経時的劣化等に起因し

て加熱温度にバラツキを生じ、高精度の高周波誘導加熱を行うことができないのが実状である。

【0010】本発明は、このような問題点を解消するためになされたものであって、その目的は、被加熱体の加熱を高周波誘導加熱方式で行うに当たり、被加熱体の温度検出を接触式の熱電対温度センサ等を用いることなく、非接触方式にて正確に被加熱体の温度検出を行うことができ、耐久性の点でも優れた高周波誘導加熱における加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明に係る制御方法では、高周波誘導加熱コイルを有する共振回路を共振状態にし、この共振状態の下で被加熱体の温度上昇に伴って変化する共振周波数に基づいて前記被加熱体の加熱温度を制御するようにしている。

【0012】また、本発明に係る制御方法では、上述の加熱温度制御方法において、前記被加熱体を自動車の排気ガス浄化用の触媒コンバータとしている。

【0013】また、本発明に係る制御装置では、(a)高周波電源部と、(b)被加熱体を高周波誘導加熱する高周波誘導加熱コイル及びコンデンサの直列回路から成り、前記高周波電源部から高周波電源が供給される共振回路と、(c)前記高周波電源部から出力される高周波電圧の位相と前記高周波誘導加熱コイルに流れる高周波電流の位相とをほぼ一致させて前記共振回路を常に共振状態とするように前記高周波電源部の電源周波数を制御する位相制御回路と、(d)前記高周波電源部の電源周波数が所定の周波数になったことを検知して所定のフラグ信号を発生するフラグ信号発生回路と、をそれぞれ具備し、前記被加熱体の温度上昇に伴って前記高周波誘導加熱コイルのインピーダンスが変化するのに応じて、前記制御回路により前記共振回路を常に共振状態にしつつ前記被加熱体の高周波誘導加熱を継続し、前記共振回路の共振周波数が予め定められた周波数になった時にフラグ信号発生回路から出力されるフラグ信号に基づいて、前記高周波電源部から前記共振回路への電源の供給を遮断するように構成している。

【0014】

【作用】高周波誘導加熱コイルを有する共振回路を共振\*

$$Z_r = r + j \cdot 2\pi f \cdot L \quad \text{----- (a)}$$

(但し、 $r$ は高周波誘導加熱コイル6内に触媒コンバータ9を入れたときの前記コイル6の純抵抗分、 $L$ は前記コイル6のインダクタンス、 $f$ は周波数)

\*状態にした際の共振周波数は、被加熱体の温度上昇に伴って変化する。従って、前記共振回路を常に共振状態にさせた場合の共振周波数をパラメータとして、被加熱体の温度変化を予め求めておくことにより、この共振周波数に基づいて被加熱体の加熱温度を検知でき、この検知に応じて被加熱体の加熱を停止することにより加熱温度の制御ができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例につき図1～図11を参照して詳細に説明する。

【0016】まず、図1は本発明に係る高周波誘導加熱における加熱温度制御方法を実施するために使用される高周波誘導加熱温度制御装置1の要部を示すものである。同図において、2は直流電源、3はこの直流電源2から供給される直流電源を高周波電源に変換するインバータ、4はこのインバータ3から高周波電力が供給される共振コンデンサ5及び高周波誘導加熱コイル6の直列回路から成る共振回路、7は高周波誘導加熱コイル6に流れる高周波電流を検出する変流器(CT)、8はこの変流器7に流れる電流及び前記インバータ3の出力電圧とが入力として供給されるPLL発振回路である。

【0017】また、図1において、9は高周波誘導加熱コイル6にて高周波誘導加熱される被加熱体であって、本例の被加熱体は自動車の排気管に用いられる排気ガス浄化用の触媒コンバータである。なお、この触媒コンバータ9は、図2に明示するように、表面に白金等の触媒層を有する一枚の鋼板を螺旋状に巻回して成るものであり、触媒コンバータ9の周囲に高周波誘導加熱コイル6が同軸状に配置されるようになっている。

【0018】この装置1の場合、PLL発振回路8から出力される制御信号の周波数 $f$ に基づいてインバータ3が作動制御され、インバータ3からはその周波数 $f$ と同じ周波数の高周波電力が出力されて共振回路4が常に共振状態になるように構成されている。

【0019】ここで、高周波誘導加熱コイル6のインピーダンス $Z$ を、下記の数式(a)に示すように表すと、電源側からみたインピーダンス $Z$ は共振コンデンサCと高周波誘導加熱コイル6の直列回路であるから、下記の数式(b)のように表される。

【0020】

【数1】

【0021】

【数2】

$$\begin{aligned}
 Z_0 &= (r + j \cdot 2\pi f \cdot L) - j \cdot \frac{1}{2\pi f C} \\
 &= r + j \cdot \left( 2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C} \right) \\
 &= |Z_0| \cdot e^{j\theta} \quad \text{..... (b)} \\
 \left( \text{但し、} \theta &= \tan^{-1} \frac{2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}}{r} \quad \text{..... (c)} \right)
 \end{aligned}$$

【0022】共振コンデンサCと高周波誘導加熱コイル6の直列回路から成る共振回路4を共振状態とすると、上記数式(c)の $\theta$ が $\theta = 0^\circ$ になる。そして、このときの共振周波数 $f_0$ は、下記の数式(d)に示す如くに\*

\*なる。

【0023】

【数3】

$$\begin{aligned}
 f_0 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \\
 &\propto k_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{L}} \quad \text{..... (d)}
 \end{aligned}$$

(但し、 $k_1$ は定数)

【0024】一方、高周波誘導加熱コイル6内に触媒コンバータ9を入れた状態の下で高周波誘導加熱コイル6を電源側からみたインダクタンス $L$ と比透磁率 $\mu_s$ との関係は、図3に示す如く比例関係にあり、これを数式で\*

※表すと下記の数式(e)の如くなる。

【0025】

【数4】

$$L \propto k_2 \cdot \mu_s \quad \text{..... (e)}$$

(但し、 $k_2$ は定数、 $\mu_s$ は比透磁率)

【0026】また、比透磁率 $\mu_s$ と被加熱体の温度 $T$ との関係は図4に示すような相関的な関係にあり、その特定領域Rにおいては下記の数式(f)で示されるような線形関数である。さらに、被加熱体の温度 $T$ と高周波誘導\*

★導加熱コイル6のインダクタンス $L$ との関係は、図5に示す如くである。

【0027】

【数5】

$$\mu_s = F(T) \quad \text{..... (f)}$$

【0028】そこで、上記数式(d)、(e)及び(f)から被加熱体の温度 $T$ と共振周波数 $f_0$ との関係を求めると、下記の数式(g)となる。なお、これらの☆

☆関係を図示すると、図6に示す如くなる。

【0029】

【数6】

$$\begin{aligned}
 f_0 &= k_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{L}} = k_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{k_2 \cdot \mu_s}} = k_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{k_2 \cdot F(T)}} \\
 &= K \cdot \frac{1}{\sqrt{F(T)}} \quad \text{..... (g)}
 \end{aligned}$$

(但し、 $K$ は定数)

【0030】従って、上記数式(g)からは、温度 $T$ と共振周波数 $f_0$ とが特定範囲において互いに対応関係にあることがわかる。このことから、共振周波数

$f_0$ に基づいて間接的に被加熱体(触媒コンバータ9)の温度 $T$ を検知することが可能であることが理解できる。

【0031】しかして、図1の装置1においては、直流電源2及びインバータ3から成る高周波電源部10より共振回路4に高周波電源が供給されるのに伴い、高周波誘導加熱コイル6に高周波電流が流れ、これにより触媒コンバータ9が誘導加熱される。この際、高周波電源部10の出力電圧 $v$ がPLL発振回路8に供給されると共に、高周波誘導加熱コイル6に流れる高周波電流 $i$ が変流器7を介してPLL発振回路8に供給され、PLL発振回路8に供給される高周波電圧 $v$ と高周波電流 $i$ に応じた周波数 $f$ の制御信号がPLL発振回路8から前記インバータ3に入力され、これに基づいて、前記制御信号の周波数 $f$ と同じ周波数 $f$ の高周波電力が高周波電源部10より共振回路4に供給されてこの共振回路4が常に共振状態になるように制御される。

【0032】すなわち、触媒コンバータ9が誘導加熱されてその温度が上昇されるのに伴い比透磁率 $\mu$ 、が変化するのに追従して、共振回路4がPLL発振回路8の働きにより常に共振状態に設定される。このようにして共振周波数が徐々に変化して、予め定められた周波数になった時点で、高周波電源部10からの電力供給が停止される。

【0033】この場合、共振回路4の共振周波数 $f$ と触媒コンバータ9の加熱温度 $T$ との関係を予め求めておき、所望の加熱温度に対応する共振周波数に達した時点電源の供給停止のタイミングとすることにより、触媒コンバータ9の加熱温度を所要の温度に設定することができる。

【0034】図7は、図1の回路を用いた具体例を示すものであって、本発明に係る高周波誘導加熱温度制御装置12を示すものである。なお、図7において図1と同様の部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0035】図7に示すように、本例の装置12は、直流電源2及びインバータ3から成る高周波電源部10と、共振コンデンサ5及び高周波誘導加熱コイル6から成る共振回路4と、PLL発振回路8及び第1、第2のゲート回路13、14とから成る位相制御回路15と、PLL発振回路8からの出力周波数に基づいて所定のフラグ信号を出力するフラグ信号発生回路16と、上述のフラグ信号に基づいて加熱停止用の切換えスイッチ17をオン状態からオフ状態に切換えるための切換え信号を出力するフリップフロップ18とをそれぞれ具備している。

【0036】そして、上述のPLL発振回路8は、インバータ3からの高周波電圧 $v$ の位相と変流器7からの高周波電流 $i$ の位相とを比較する位相比較器20と、この位相比較器20の出力が通過されるローパスフィルタ21と、このローパスフィルタ21からの制御電圧に基づいて作動される電圧制御発振器22とで構成されている。

【0037】一方、上述のフラグ信号発生回路16は、PLL発振回路8の電圧制御発振器22の出力が供給される周波数カウンタ24と、周波数の設定を任意に行うことができる周波数設定器25と、この周波数カウンタ24及び周波数設定器25からの出力を比較して所定条件になったときにフラグ信号をフリップフロップ18に出力する周波数コンパレータ26とで構成されている。

【0038】さらに、前記PLL発振回路8の電圧制御発振器22の出力は第1のゲート回路13に入力されるように構成されている。また、第2のゲート回路14には前記フリップフロップ18の出力信号が入力されると共に、前記切換えスイッチ17を介して所定の入力電圧 $+V$ が入力されるようになっている。そして、第2のゲート回路14からの出力信号が第1のゲート回路13に入力され、この第1のゲート回路13の出力信号が前記インバータ3に周波数制御信号として供給されるように構成されている。

【0039】次に、このように構成された本例の高周波誘導加熱温度制御装置12の動作について述べると、以下の通りである。

【0040】まず、加熱開始時には、切換えスイッチ17がオン状態になされ、これに応じてPLL発振回路8の出力周波数が第1のゲート回路13を通過してインバータ3に供給される状態に設定される。

【0041】この状態の下で、直流電源2からインバータ3に直流電圧が供給されると、この直流電圧はインバータ3にて高周波電圧に変換される。この場合、インバータ3は第1のゲート回路13から供給される制御信号により駆動され、インバータ3からは前記制御信号の周波数 $f$ と同様の周波数の高周波電圧 $v$ が出力される。

【0042】この高周波電圧 $v$ は共振回路4に供給され、これに応じて高周波誘導加熱コイル6に高周波電流が流れ、高周波誘導加熱コイル6内に挿入配置された触媒コンバータ(被加熱体)9が誘導加熱されて昇温される。なお、この際、触媒コンバータ9は、図8に示すようにその外周側から徐々に加熱され、加熱時間 $t$ の経過に伴って触媒コンバータ9の温度 $T$ が図9に示すように変化する。

【0043】上述の誘導加熱時に、高周波誘導加熱コイル6に流れる高周波電流は変流器7を介して位相比較器20に入力される。そして、この位相比較器20においては変流器7からの高周波電流 $i$ とインバータ3からの出力電圧 $v$ とが互いに位相比較され、位相比較器20からは前記高周波電流 $i$ と出力電圧 $v$ の位相差に比例した電圧信号が出力される。次いで、位相比較器20の出力電圧はローパスフィルタ21にて高調波が除去されて直流電圧に変換され、電圧制御発振器22に供給される。

【0044】かくして、PLL発振回路8は、高周波電流 $i$ の位相が出力電圧 $v$ の位相に対して進み位相( $\theta < 0^\circ$ )の場合には電圧制御発振器22の発振出力の周波

数 $f$ が高くなるように作動し、これとは逆に、高周波電流 $i$ の位相が出力電圧 $v$ の位相に対して遅れ位相( $\theta > 0^\circ$ )の場合には電圧制御発振器22の発振出力の周波数 $f$ が低くなるように作動する。

【0045】一方、共振コンデンサ5及び高周波誘導加熱コイル6の直列回路から成る共振回路4においては、インバータ3から供給される電源電圧の周波数 $f$ (すなわち、電圧制御発振器22の発振周波数 $f$ )が高くなると高周波電流 $i$ の位相が出力電圧 $v$ の位相に対して遅れ、これとは逆に、前記電源電圧の周波数 $f$ が低くなると高周波電流 $i$ の位相が出力電圧 $v$ の位相に対して進む動作をする。そして、共振コンデンサ5と高周波誘導加熱コイル6が共振して共振回路4が共振状態になると、出力電圧 $v$ 及び高周波電流 $i$ の位相差がなくなる( $\theta = 0^\circ$ )ように作動する。

【0046】従って、PLL発振回路8における位相比較器20の出力電圧は、電圧制御発振器22の発振周波数 $f$ に対して負帰還の状態にあり、最終的に出力電圧 $v$ 及び高周波電流 $i$ の位相差 $\theta$ が $0^\circ$ の状態すなわち共振回路4が共振状態となるように自動制御される。

【0047】なお、触媒コンバータ9の加熱温度の上昇に伴って比透磁率 $\mu_r$ が既述の如く変化して共振周波数 $f$ 。がずれることとなるが、PLL発振回路8による位相ロック動作により自動的に常に共振状態になるような設定が行われ、発振周波数 $f$ をパラメータとして共振状態への追尾動作が自動的に行われる。これにより、共振周波数 $f$ 。は加熱時間 $t$ の経過とともに図10に示す如く変化する。

【0048】一方、前記電圧制御発振器22の出力周波数は周波数カウンタ24に入力され、この周波数カウンタ24において発振周波数 $f$ がデジタル信号に変換される。そして、このデジタル信号は周波数コンパレータ26に入力され、周波数設定器25の設定値と比較される。なお、設定値の設定操作は、加熱すべき触媒コンバータ9について共振周波数と加熱温度との関係を予め求めておき、所望の加熱温度に対応する共振周波数の数値に合わせることで行われる。

【0049】周波数カウンタ24の周波数が周波数設定器25の周波数以上になった場合には、周波数コンパレータ26からフラグ信号が出力され、このフラグ信号がフリップフロップ18に入力されて保持される。これに応じて、フリップフロップ18から所定の加熱停止信号が図外のコントローラに入力される。そして、この加熱停止信号が第2のゲート回路14に入力されると共に、前記加熱停止信号に基づいて切換えスイッチ17がオン状態からオフ状態に切換えられ、第2のゲート回路14への電源+Vの入力が遮断される。これに伴い、PLL回路8の周波数出力が第1のゲート回路13にて遮断され、インバータ3への入力がなくなる。

【0050】その結果、共振回路4への高周波電圧の供

給が遮断され、触媒コンバータ9が所要の設定温度に達した直後に誘導加熱が停止される。

【0051】以上の如き高周波誘導加熱温度制御装置12によれば、共振回路4を常に共振状態にし、触媒コンバータ9の加熱温度の上昇に伴って変化する共振周波数 $f$ 。をパラメータとして触媒コンバータ9を所要温度に正確に誘導加熱することができる。すなわち、共振周波数 $f$ 。に対する触媒コンバータ9の温度 $T$ は図11に示す一対一の関係があるため、共振周波数 $f$ 。の数値を予め前記周波数設定器25にインプットしておくことにより、触媒コンバータ9の加熱温度を所望の温度に設定でき、従って触媒コンバータ9が設定温度にまで加熱されないような事態或いは設定温度以上に過熱されてしまうような事態の発生を確実に防止できる。

【0052】なお、本例では被加熱体が触媒コンバータ9であるが、この触媒コンバータ9は既述のように螺旋状巻回体であることから、誘導加熱するに当たってはその外周部分と内周部分とで温度差を大きく生じてしまうのが実状である。そのため、触媒コンバータ9の加熱温度をどのように定めるべきかが問題となるが、例えば、触媒コンバータ9の軸線に直交する断面の全面積のうち約75%の外周側部分が所望の加熱温度以上になるような条件の下に加熱温度と共振周波数との関係を予め求めておくようにすればよい。

【0053】以上、本発明の実施例につき述べたが、本発明はこの実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づいて各種の変形及び変更が可能である。例えば、フラグ信号の検出手段や検出箇所、フラグ信号に基づく加熱遮断手段等は必要に応じて適宜に変更可能である。また、本発明の加熱温度制御方法及び高周波誘導加熱温度制御装置は、触媒コンバータ9のみならず各種の被加熱物の誘導加熱に対しても適用できることは言うまでもない。

【0054】

【発明の効果】以上の如く、本発明は、高周波誘導加熱コイルを有する共振回路を共振状態にし、この共振状態の下で被加熱体の温度上昇に伴って変化する共振周波数に基づいて前記被加熱体の加熱温度を制御するようにしたものであるから、熱電対センサやタイマ等を用いることなく、被加熱体を所要温度に正確にしかも迅速に誘導加熱することができる。すなわち、誘導加熱時の共振周波数をパラメータとして被加熱体の加熱温度の検知を行うことができる上に、熱電対センサを用いた場合に比べて極めて高速で温度検知でき、ひいては加熱所要時間の短縮化を図ることができる。

【0055】また、被加熱体の寸法上のバラツキ(形状の変形や偏心等)が少なからず存在し、しかも、経時変化に伴う材質劣化により、タイマを用いた従来の方法では一定の電力を投入しても所定温度に加熱することがで



きないおそれがあるが、本発明によれば、加熱温度の検知手段として共振周波数を利用するようにしているので、個々の被加熱体について経時変化の影響を受けることなく常に所望の温度に誘導加熱することができ、非常に実用的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る加熱温度制御方法を施行するために用いられる高周波誘導加熱温度制御装置の要部の回路構成図である。

【図2】高周波誘導加熱コイル内に被加熱体である触媒コンバータを入れた状態を示す斜視図である。

【図3】高周波誘導加熱コイルのインダクタンス $L$ と比透磁率 $\mu$ との関係を示すグラフである。

【図4】被加熱体の温度 $T$ と比透磁率 $\mu$ との関係を示すグラフである。

【図5】被加熱体の温度 $T$ と高周波誘導加熱コイルのインダクタンス $L$ との関係を示すグラフである。

【図6】被加熱体の温度 $T$ と共振周波数 $f$ との関係を示すグラフである。

【図7】本発明に係る高周波誘導加熱温度制御装置の具体例を示す回路構成図である。

【図8】被加熱体である触媒コンバータの位置 $r$ における温度 $T$ を示すグラフである。

【図9】加熱時間 $t$ と触媒コンバータの温度 $T$ との関係を示すグラフである。

\*

\*【図10】加熱時間 $t$ と共振周波数 $f$ との関係を示すグラフである。

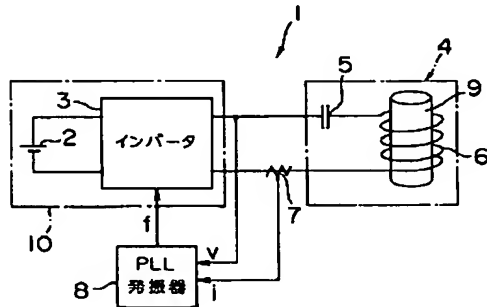
【図11】加熱時間 $t$ と触媒コンバータの温度 $T$ との関係を示すグラフである。

【図12】従来の高周波誘導加熱温度制御装置の回路構成図である。

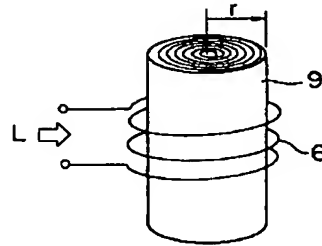
【符号の説明】

- 1, 12 高周波誘導加熱温度制御装置
- 2 直流電源
- 3 インバータ
- 4 共振回路
- 5 共振コンデンサ
- 6 高周波誘導加熱コイル
- 8 PLL回路
- 9 被加熱体としての触媒コンバータ
- 10 高周波電源部
- 15 位相制御回路
- 16 フラグ信号発生回路
- 17 切換えスイッチ
- 20 位相比較器
- 22 電圧制御発振器
- 26 周波数コンパレータ
- $f$  共振周波数
- $T$  被加熱体の加熱温度

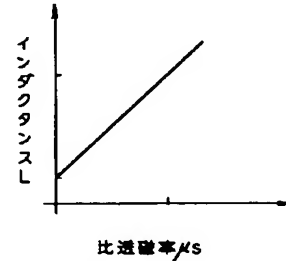
【図1】



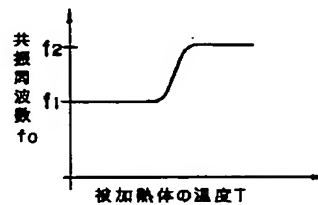
【図2】



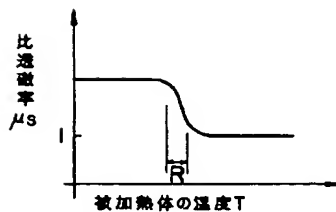
【図3】



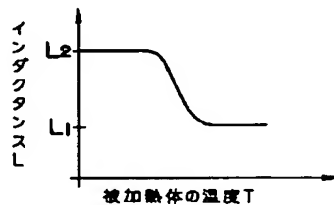
【図6】



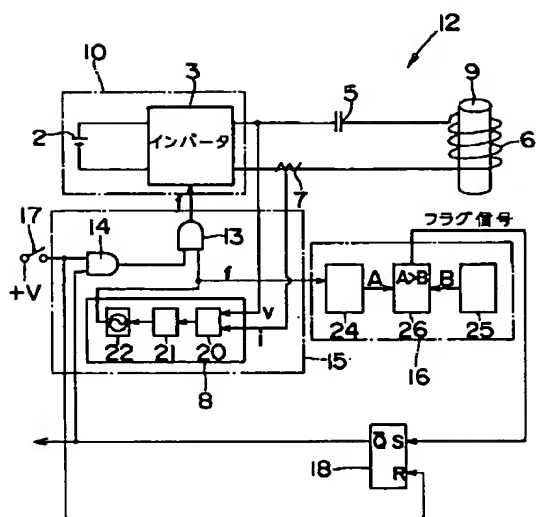
【図4】



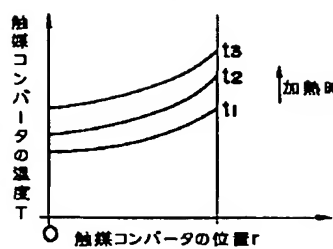
【図5】



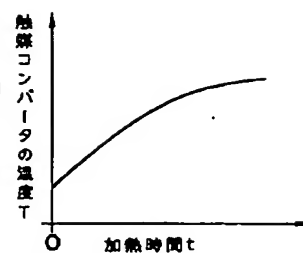
【図7】



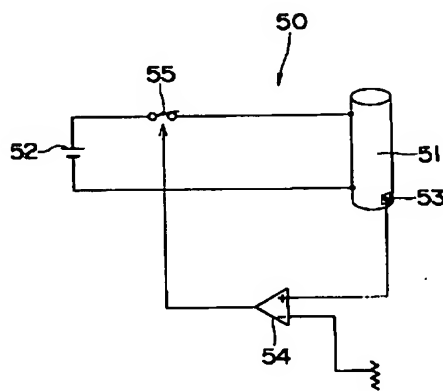
【図8】



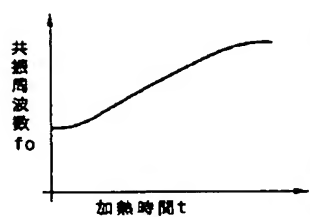
【図9】



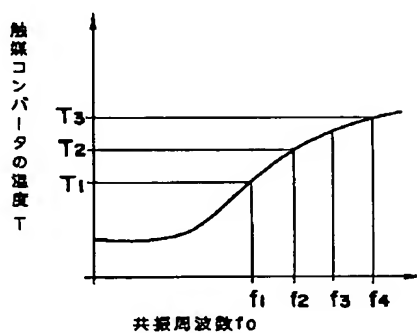
【図12】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 文俊  
神奈川県愛甲郡愛川町中津1085-3 電興  
第2寮

(72)発明者 松井 富士夫  
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士  
重工業株式会社内